



Il Colle di
Galileo

Beatrice, laureata in Fisica a 19 anni al tempo di Garbasso

Beatrice, a degree in Physics at the age of 19 at the time of Garbasso

Massimo Mazzoni¹, Alberto Righini², Piero Mazzinghi³

¹ Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze

² Già Professore associato al Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Firenze

³ CNR - Istituto Nazionale di Ottica, Firenze

Riassunto. Grazie ad un'estesa ricerca archivistica, finalizzata a celebrare i 100 anni dall'inaugurazione dell'Istituto di Fisica ad Arcetri, si è ricostruito il panorama dell'epoca completo del profilo dei suoi protagonisti: professori, giovani ricercatori e studenti. Tra questi ultimi, compare una brillante figura femminile, Beatrice Crinò, il cui *curriculum studiorum* e professionale merita a nostro avviso qualche approfondimento, insieme al suo contesto familiare e culturale.

Keywords. Beatrice Crinò, Corso di Laurea in Fisica, Guglielmo Righini, Istituto Nazionale di Ottica.

A Firenze, il Corso di Laurea in Fisica venne attivato nell'anno accademico 1924-25 quando il "Regio Istituto di Studi Superiori Pratici e di Perfezionamento" (nel seguito ISSPP) rinunciò ad un modello di istruzione ispirato all'ordinamento francese, per trasformarsi in una regolare Università simile ad altre già esistenti

Abstract. Thanks to extensive archive research, aimed at celebrating the 100th anniversary of the inauguration of the Institute of Physics at Arcetri, we have reconstructed the panorama of the period complete with the profiles of its key figures: professors, young researchers and students. The latter include a brilliant young woman, Beatrice Crinò, whose *curriculum studiorum* and career profile deserve some in-depth study, together with her family and cultural background.

Keywords. Beatrice Crinò, Physics Degree Course, Guglielmo Righini, National Institute of Optics.

The Physics Degree Course at Florence University was inaugurated in academic year 1924-25, when the "Regio Istituto di Studi Superiori Pratici e di Perfezionamento" (hereinafter ISSPP) renounced an education model inspired by the French system and became a regular university similar to others already existing in Italy. However, with some differences compared to larger universities such as, for example, financial support. This support did not come from the

nel nostro Paese. Con alcune differenze, però, rispetto ad Atenei maggiori come, per esempio, il supporto finanziario: non governativo ma affidato principalmente ai contributi di 26 comuni dell'area fiorentina¹, i quali tuttavia iniziarono a ritirarsi dall'impegno una decina di anni più tardi. Anteriormente al 1924, l'esistente Gabinetto di Fisica sito in Via Gino Capponi, divenuto poi Laboratorio di Fisica, oltre a svolgere attività di ricerca aveva solo la funzione di provvedere i mezzi ed il personale per l'insegnamento della disciplina nell'ambito degli altri indirizzi di studio. Di conseguenza le prime lauree in Fisica furono rilasciate nell'anno accademico 1927-28, anzi si deve usare il singolare, perché vi fu in quella sessione un solo dottore in Fisica: Mario Conti². In seguito il numero dei nuovi laureati rimase piuttosto stabile, intorno alle quattro unità per ogni anno accademico, e così avvenne anche nell'a. a. 1932-33. Nella sessione estiva di quell'anno uno dei neolaureati, a pieni voti, aveva soltanto 19 anni: era una giovane donna iscrittasi all'università appena quindicenne, età alla quale aveva conseguito il diploma di Maturità classica saltando diverse classi intermedie e presentandosi da privatista agli esami finali.

La neolaureata Beatrice Crinò, all'anagrafe Beatrice Giuseppina Isola, era nata a Catania il 7 giugno del 1913, secondogenita di Sebastiano e di Sofia de' Trombetti, ma era venuta a Firenze con la famiglia all'età di due anni e quindi può essere considerata fiorentina di adozione. Sebastiano, figlio di una modesta famiglia di Barcellona Pozzo di Gotto (ME), aveva studiato al Liceo Classico di Messina e poi alla Facoltà di Lettere nell'Università di quella città, dove fu allievo di Giovanni Pascoli. I suoi interessi erano però orientati alla Geografia, materia che insegnerà

government, but was entrusted mainly to contributions from 26 municipalities in the Florentine area¹, which began to withdraw from the commitment about ten years later. Prior to 1924, the existing "Gabinetto di Fisica" in Via Gino Capponi, which later became the Physics Laboratory, besides carrying out research activities, had only the function of providing means and staff for teaching the discipline within other study courses. Consequently, the first degrees in Physics were assigned in academic year 1927-28. Actually we need to use the singular form, because there was only one Physics graduate in that session: Mario Conti². Later, the number of new graduates remained fairly stable, at around four per academic year, and this was also the case in academic year 1932-33. In the summer session of that year, one of the new graduates, who graduated with top marks, was only 19 years old. She was a young woman who had enrolled at the university when she was just 15, the age at which she had obtained her classical high school diploma by skipping several intermediate classes and sitting for her final exams as a private student.

The newly graduated Beatrice Crinò, born Beatrice Giuseppina Isola on 7 June 1913 in Catania, the second child of Sebastiano and Sofia de' Trombetti, came to Florence with her family at the age of two and can therefore be considered Florentine by adoption. Sebastiano, the son of a modest family from Barcellona Pozzo di Gotto (ME), studied at the Classical High School in Messina and then at the Faculty of Letters at the city's University, where he was a student of Giovanni Pascoli. His interests were, however, oriented towards Geography, a subject he would teach throughout his entire life, becoming a renowned scholar³. Sofia was the



Figura 1. Beatrice nel 1928. Foto dal libretto universitario. ASUF, fascicolo studente, filza 557, inserto 15223.
 Figure 1. Beatrice in 1928. Photo from the university booklet. ASUF, student file, filza 557, insert 15223.

daughter of a staff officer from the Lombardy-Veneto region, who joined the Italian Army after the unification of Italy. Orphaned at a very young age, thanks to various scholarships she attended the Collegio degli Angeli in Verona, where she graduated, going on to complete her studies at the ISSPP in Florence and qualifying to teach German and French.

Beatrice and her elder sister Anna (who went on to become full professor of English literature at Pisa University) grew up in a middle-class environment linked to the Florentine culture of the time. The family was comfortably off thanks to their parents' salaries as teachers (Sofia, their mother, taught French at the Dante classical high school) and particularly due to the success of the geography books for schools that their father Sebastiano wrote in large numbers. Family life was dominated by education, seen as the only real way of getting on in life, and by teaching as the culmination of that education. Both girls absorbed this spirit from the very beginning of their school career. When she enrolled at university, Beatrice chose the Physics and Mathematics Degree Course, which was designed primarily to train high school teachers. However, it only took her a few weeks to realise that her interests were steering her towards a more in-depth course of study, so she immediately requested a transfer⁴ to the degree course called Pure Physics at the time. The lectures of this course were held at Arcetri in the Institute directed by Antonio Garbasso, Tenured Professor of Experimental Physics. It was 1928: since the previous academic year, when Enrico Fermi had just left Florence to take up the chair of Theoretical Physics at La Sapienza in Rome, physicist Bruno Rossi had arrived from Bologna as Assistant Professor. He was followed by Gilberto Bernardini, in the same role, together with

per tutta la vita, diventandone un rinomato cultore³. Sofia era figlia di un ufficiale di Stato maggiore, originario del Lombardo Veneto, passato all'Esercito italiano dopo l'unificazione; rimasta orfana in tenerissima età frequente, grazie a diverse borse di studio, il collegio degli Angeli di Verona dove si diploma, completando infine i suoi studi presso l'ISSPP di Firenze e conseguendo l'abilitazione all'insegnamento della lingua tedesca e della lingua francese.

Beatrice e sua sorella maggiore Anna (che diventerà professore ordinario di letteratura inglese all'Università di Pisa) crescono in un ambiente borghese legato alla cultura fiorentina del tempo e anche in una certa agiatezza consentita dagli stipendi dei genitori insegnanti (Sofia, la madre, insegnava Francese presso il liceo classico Dante) ma soprattutto dal successo dei libri di geografia per le scuole che il padre Sebastiano scriveva in gran numero. In famiglia era dominante il culto dello studio, visto come vero ed unico mezzo di promozione sociale, e dell'insegnamento come massima realizzazione del proprio percorso di istruzione: le due ragazze assorbono questo spirito fin dall'inizio della loro carriera scolastica. Al momento dell'iscrizione all'Università, Beatrice sceglie il corso di laurea in Fisica Matematica che era disegnato essenzialmente per formare gli insegnanti nelle scuole superiori, ma le bastano poche settimane per accorgersi che i suoi interessi la portano piuttosto verso un indirizzo più approfondito, così chiede subito il trasferimento⁴ al corso di laurea che allora era denominato *Fisica pura*, e le cui lezioni sono svolte ad Arcetri nell'Istituto diretto da Antonio Garbasso, Professore stabile di Fisica sperimentale. È il 1928: dal precedente anno accademico, quando Enrico Fermi ha appena lasciato Firenze chiamato sulla cattedra di Fisica teorica

Enrico Persico, Non-tenured Professor of Theoretical Physics, and, shortly afterwards, the young theorist Giulio Racah, nuclear experimentalist Daria Bocciarelli and, lastly, particle physicist Giuseppe Occhialini⁵.

Indeed, the early 1930s, while marred by Garbasso's premature death, witnessed the formation at Arcetri of a class of scholars destined to leave their mark on Physics, not only at Italian level, and this was thanks to Garbasso's work and the influences of Enrico Fermi and Franco Rasetti⁶. After several attempts to verify the principles of Quantum Mechanics with interferometric methods and after the spectroscopic study of comets, Rossi and Bernardini founded a research school on "penetrating radiation", i.e., cosmic rays, which had recently been discovered.

Beatrice Crinò graduated on 27 July 1932, with Bruno Rossi as her supervisor, with a thesis entitled "Research on Secondary Corpuscular Radiation of Penetrating Radiation"; she obtained full marks (90/90), having passed her exams almost always with top marks and often also earning honours, particularly in the course's qualifying subjects, such as Mathematical Analysis, Theoretical Physics, Experimental Physics and Astrophysics. It should be remembered that, in those years, the University's scientific teaching in these subjects was able to boast prestigious names in addition to those already mentioned above, such as Bruno Caldonazzo, Giovanni Sansone, Giorgio Abetti and Vasco Ronchi, who were later among her examiners. However, she was not particularly satisfied with the assessment of her thesis work due to the lack of honours, as can be seen from the letters written by Beatrice's mother to her eldest daughter Anna, who was in London at the time. However, given the novelty and interest of the research, An-

alla Sapienza di Roma, è arrivato da Bologna il fisico Bruno Rossi come Assistente incaricato. Seguirà poi Gilberto Bernardini, con lo stesso ruolo, insieme a Enrico Persico, Professore non stabile di Fisica teorica e poco dopo giungono anche il giovane teorico Giulio Racah, la sperimentale nucleare Daria Bocciarelli e infine il fisico delle particelle Giuseppe Occhialini⁵.

In effetti i primi anni '30, pur funestati dalla prematura morte di Garbasso, ma grazie alla sua impostazione e sulla scia di Fermi e Rasetti, vedono la formazione ad Arcetri di una classe di studiosi destinati a lasciare un segno nella Fisica, e non solo in quella italiana⁶. In particolare Rossi e Bernardini, dopo alcuni tentativi per la verifica dei principi della Meccanica Quantistica con metodi interferometrici e dopo lo studio spettroscopico delle comete, fondano una scuola di ricerca sulla 'radiazione penetrante', ossia i raggi cosmici, da poco scoperti.

Beatrice Crinò si laurea il 27 luglio 1932, avendo proprio Bruno Rossi come relatore, discutendo una tesi dal titolo: "Ricerche sulla radiazione corpuscolare secondaria della radiazione penetrante"; ottiene i pieni i voti (90/90), potendo vantare infatti esiti d'esame quasi sempre col massimo risultato e guadagnando spesso anche la lode, in particolare negli insegnamenti qualificanti del Corso, come Analisi matematica, Fisica teorica, Fisica sperimentale, Astrofisica. Si ricordi che in quegli anni la docenza scientifica dell'Ateneo in queste materie poteva vantare nomi prestigiosi, oltre a quelli già ricordati sopra, come Bruno Caldo-



Figura 2. I giovani fisici di Arcetri, circa 1931. Da sinistra: Lorenzo Emo Capodilista, Beatrice Crinò, Gilberto Bernardini, Assistente, Attilio Colacevich, astronomo e Daria Bocciarelli.

Figure 2. The young physicists of Arcetri, circa 1931. From left: Lorenzo Emo Capodilista, Beatrice Crinò, Gilberto Bernardini, Assistant, Attilio Colacevich, astronomer, and Daria Bocciarelli.

nazzo, Giovanni Sansone, Giorgio Abetti e Vasco Ronchi, che ritroviamo poi anche come suoi esaminatori. Tuttavia non rimane particolarmente soddisfatta della valutazione del suo lavoro di tesi a causa della mancata lode, come risulta dalle lettere che sua madre scrive alla figlia maggiore Anna, all'epoca a Londra. Data però la novità e l'interesse della ricerca, Antonio Garbasso aveva riassunto il lavoro di tesi in una comunicazione all'Accademia dei Lincei con due nomi, quello di Bruno Rossi e quello di Beatrice Crinò; ciò non piacque a quest'ultima, tanto che si fece rilasciare dal relatore una dichiarazione in cui era specificato il suo personale contributo al lavoro. Di questo documento non è rimasta traccia, per quanto risulti⁷ che lei avesse intenzione di recarsi a casa del Direttore d'Istituto, malato, per salutarlo ma anche per fargli controfirmare tale dichiarazione. Difatti in quei mesi Garbasso aveva chiesto più volte al Rettore congedi per gravi problemi di salute che si erano manifestati già da alcuni anni.

Probabilmente la giovane età di Beatrice, a quei tempi ancora minorenni, e l'essere donna, giocarono a suo sfavore⁸. Dalla corrispondenza risulta che era buona amica di Lorenzo Emo Capodilista, nobile veneziano che si era laureato ventiquattrenne nella sessione successiva, tuttavia Beatrice non manca di notare, scrivendo a sua sorella, che per Lorenzo è già pronto un posto di assistente⁹, mentre per lei non ci sono prospettive; inoltre egli, subito dopo la laurea, ha potuto recarsi in Germania con Gilberto Bernardini per proseguire i suoi studi. Per la ragazza sarebbe stato sicuramente più difficile passare un periodo di apprendistato all'estero.

Dopo la laurea Beatrice, non vedendo nell'immediato sviluppi di carriera, svolge di malavoglia alcune ricerche bibliografiche di carattere geografico per il

tonio Garbasso summarised the thesis work in a communication to the Accademia dei Lincei with two names, that of Bruno Rossi and that of Beatrice Crinò. Beatrice was unhappy about this, so much so that she had the supervisor to issue a statement specifying his personal contribution to the work. No trace remains of this document, although apparently⁷ she intended to visit the Director of the Institute, who was ill, at home, to see how he was but also to have him sign this declaration. It is known that Garbasso had repeatedly asked the Rector for leave of absence due to serious health problems that had been bothering him for several years.

Presumably Beatrice's young age (she was still a minor at the time) and the fact that she was a woman played against her⁸. From the correspondence, it appears that she was good friends with Lorenzo Emo Capodilista, a Venetian nobleman who had graduated at the age of 24 in the following session. However, Beatrice did not fail to note, when writing to her sister, that a position as an assistant was available for Lorenzo⁹, while there were no prospects for her; furthermore, immediately after graduating, Lorenzo was able to travel to Germany with Gilberto Bernardini to continue his studies. It would certainly have been more difficult for the girl to spend a period of apprenticeship abroad.

After graduating, Beatrice, seeing no immediate career development, reluctantly carried out some bibliographic research of a geographical nature for her father. Fortunately, Vasco Ronchi, director of the Institute of Optics, succeeded in obtaining a scholarship from the CNR. The scholarship was to study at the Institute itself, established in July 1930 and located on the same hill of Arcetri, just beyond the Physics Institute, so Beatrice studied hard on the discipline

padre. Fortunatamente Vasco Ronchi, direttore dell'Istituto di Ottica, riesce ad ottenere dal CNR una borsa di studio che viene messa a concorso. La borsa doveva essere fruita presso l'Istituto stesso, costituito nel luglio 1930 e situato sullo stesso colle di Arcetri, poco oltre quello di Fisica; quindi Beatrice si prepara con impegno su quella disciplina e in particolare sulla nascente ottica fisica. Vinta

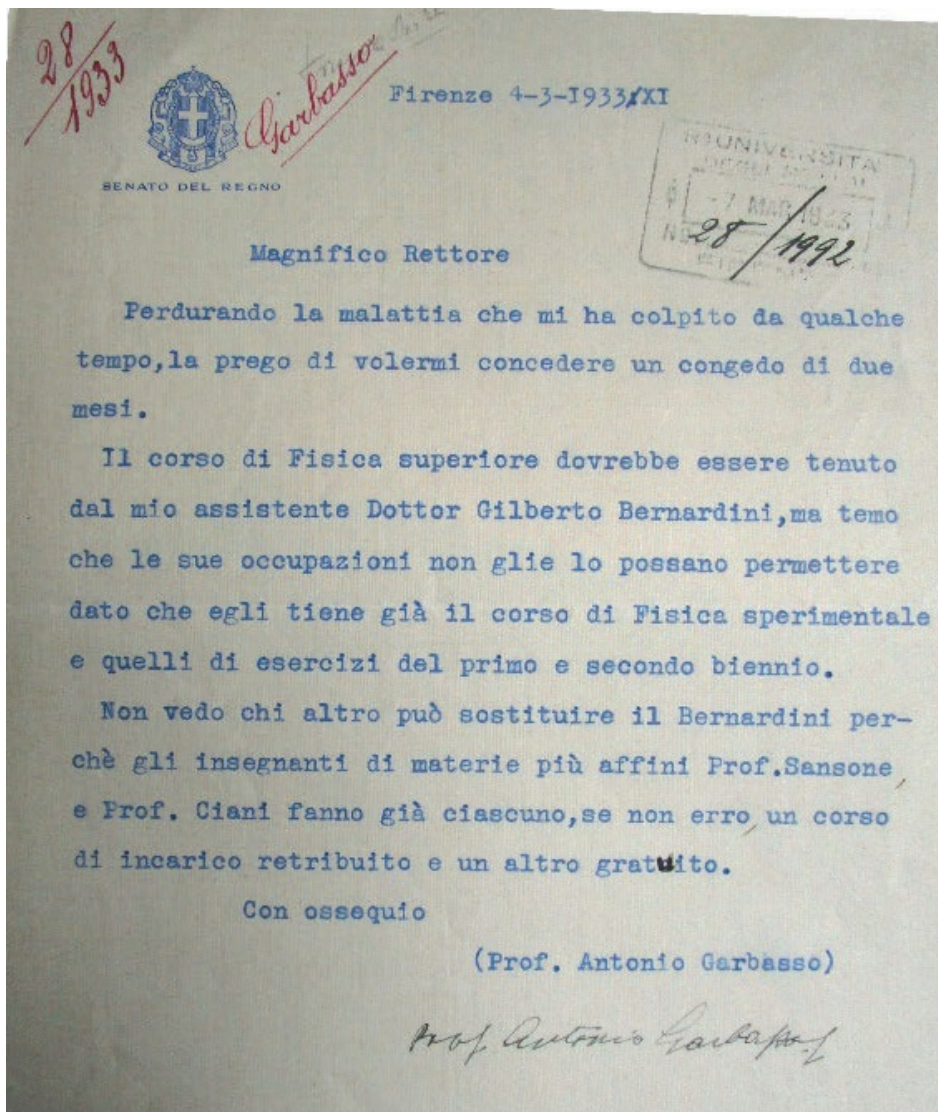


Figura 3. L'ultima richiesta di congedo di Antonio Garbasso, datata inizio marzo 1933, dove suggerisce che sia Gilberto Bernardini a subentrargli sul corso di Fisica superiore. Morirà dieci giorni dopo. ASUF, anno 1933, filza 621, fascicolo 28, prot. 1992.

Figure 3. Antonio Garbasso's last request for a leave of absence, dated early March 1933, where he suggests that Gilberto Bernardini take over his course in Higher Physics. He died ten days later. ASUF, year 1933, filza 621, file 28, prot. 1992.



Figura 4. Luglio 1933: Insegnanti ed allievi dell'Istituto Nazionale di Ottica alla chiusura del III Corso di Specializzazione. Il Direttore Ronchi è secondo da sinistra; Beatrice Crinò è riconoscibile al centro - Bollettino dell'Associazione Ottica Italiana.

Figure 4. July 1933: Teachers and students of the National Institute of Optics at the closing of the 3rd Specialisation Course. The Director Ronchi is second from the left; Beatrice Crinò is recognisable in the centre - Bulletin of the Italian Optical Association.

and in particular on the emerging subject of physical optics. After winning the scholarship, in January 1934 she began working at the Institute directed by Vasco Ronchi, with whom she effectively collaborated in the field of instrumental optics, particularly in the qualification of photographic plate emulsions. She also lectured in the courses held at the Institute for optometrists, teaching Elementary Geometry and Trigonometry, Eye Diseases and Ophthalmic Instruments¹⁰.

This research extended well beyond the duration of the scholarship, and continued until the command at the Officine Galileo (1940), resuming after the war.

When her scholarship expired, Beatrice began teaching in high schools, which she saw as a possible form of stable employment as opposed to the unpredictability of university job. As there were no teaching posts available in Florence, she applied to go and teach Mathematics and Physics in the university town of Urbino, so that she could work as a teacher while continuing her university studies. She turned her attention to less speculative studies that offered more professional opportunities, probably amidst a difficult relationship with her family, who already badly accepted her decision to study physics at university. In September she enrolled for the degree course in Pharmacy at Urbino University for the 1934-35 academic year. The following year, in order to be closer to Florence, she obtained a transfer to Genoa, where she enrolled in the degree course in Chemistry. In 1936, she obtained a qualification to teach Mathematics and Physics at high school, and she was finally granted a transfer to Florence for the following year. The ministerial decree of 10 December 1937 appointed her, following her success in the competitive examination, as a tenured teacher of Mathematics and Physics

la borsa, dal gennaio 1934 inizia a lavorare all'Istituto diretto da Vasco Ronchi, con il quale effettivamente collabora nel campo dell'ottica strumentale, in particolare nella qualificazione delle emulsioni di lastre fotografiche. Ricopre anche la funzione di docente ai corsi che in quell'Istituto si tengono per gli optometri- sti, insegnando Geometria e Trigonometria elementare, Malattie dell'occhio e Strumenti oftalmici¹⁰.

Questo impegno di ricerca si estende ben oltre la durata della borsa di studio, e continuerà fino al comando presso le Officine Galileo (1940) per riprendere poi dopo gli eventi bellici.

Allo scadere della borsa, Beatrice si orienta verso l'insegnamento nelle scuole superiori, visto come possibile impiego stabile da contrapporsi all'aleatorio impiego universitario. Non essendoci cattedre di insegnamento disponibili a Firenze, fa domanda per andare ad insegnare Matematica e Fisica ad Urbino, città universitaria, in modo da poter lavorare come insegnante e insieme continuare gli studi universitari, indirizzandosi però verso quelli meno speculativi e più professionalizzanti, verosimilmente nell'ambito di una dialettica non facile con la famiglia che già al momento dell'iscrizione all'università, aveva male accettato la sua decisione di studiare fisica. A settembre si immatricola a Urbino al Corso di laurea in Farmacia per l'anno accademico 1934-35, e l'anno successivo per avvicinarsi a Firenze ottiene il trasferimento a Genova, dove si iscrive al Corso di laurea in Chimica. Nel 1936 ottiene l'abilitazione per l'insegnamento della Matematica e Fisica alle scuole superiori, e finalmente le viene concesso il trasferimento a Firenze per l'anno seguente. Il decreto ministeriale del 10 dicembre 1937 la nomina, in

at the Florentine "Leonardo da Vinci" Scientific High School¹¹. She was to retain this position until her early retirement, due to ill health.

In Florence she was able to complete her second course of studies: in April 1937 she again enrolled at the Florentine University as an out-of-school student of the Faculty of Pure Chemistry. She completed the course very quickly, having probably already passed all her exams at the previous universities, and, in June 1937, at the age of 24, she obtained her second degree, this time in Chemistry, with a thesis entitled "*Leghe argento manganese*" (Silver Manganese Alloys) and also preparing a paper on "*Chimica Fisica delle macromolecole*" (Physical Chemistry of Macromolecules)¹². Approved again with the highest mark (110/110 cum laude), she immediately set about passing the exam to qualify as a professional chemist.

The year she spent on a scholarship at the National Institute of Optics and the school of Vasco Ronchi had strongly steered Beatrice Crinò's scientific interests towards studies on the characterisation of aberrations in optical systems and on the limits of resolution of photographic emulsions, a subject of particular interest for aerial photographic reconnaissance and the new photogrammetric techniques that were being developed in Florence at the Military Geographical Institute. For the rest of her life, Beatrice would always try to use the time left free from her teaching commitments to pursue the research and studies that so interested her. Her studies on optical aberrations conducted in 1933 during her fellowship using the "Ronchi rulings" were mentioned in a review written much later by Ronchi himself on Applied Optics¹³. Ronchi acknowledges that we owe the complete treatment of spherical aberration detectable

seguito a vincita di concorso, insegnante di ruolo sulla cattedra di Matematica e Fisica del fiorentino liceo Scientifico “Leonardo da Vinci”¹¹. Manterrà questa posizione fino al suo precoce pensionamento, per motivi di salute.

A Firenze può completare il suo secondo percorso di studi: nell’aprile 1937 è di nuovo iscritta all’Università fiorentina come studentessa fuori corso della Facoltà di Chimica pura. Risulta un *cursus* rapidissimo, avendo verosimilmente già superato tutti gli esami nei precedenti Atenei, e nel giugno dello stesso 1937, all’età di 24 anni, prende la sua seconda laurea, stavolta in Chimica, discutendo una tesi dal titolo “*Leghe argento manganese*” e preparando inoltre una tesina sulla “*Chimica Fisica delle macromolecole*”¹². Approvata anche stavolta con la massima votazione (110/110 e lode), si impegna subito a superare l’esame per l’abilitazione alla professione di Chimico.

L’anno trascorso con la borsa di studio all’Istituto Nazionale di Ottica e la scuola di Vasco Ronchi avevano fortemente indirizzato gli interessi scientifici di Beatrice Crinò verso gli studi sulla caratterizzazione delle aberrazioni dei sistemi ottici e sui limiti di risoluzione delle emulsioni fotografiche, argomento quest’ultimo di particolare interesse per la ricognizione aerea fotografica e le nuove tecniche fotogrammetriche che si stavano sviluppando a Firenze presso l’Istituto Geografico Militare. Beatrice, per il resto della sua vita, cercherà sempre di impiegare il tempo lasciatale libero dagli impegni dell’insegnamento per proseguire le ricerche e gli studi che tanto la interessavano. I suoi studi sulle aberrazioni ottiche condotti nel 1933 durante la borsa di studio utilizzando i “reticoli Ronchi” sono stati citati in un articolo di rassegna scritto molto dopo

by the shape of the fringes produced by the rulings to the studies by Raffaello Brusciaglioni¹⁴, Giulio Calamai¹⁵ and Beatrice Crinò.

In around 1938, interest in the study of the resolving power of photographic emulsions developed at the Institute of Optics for the reasons already mentioned. Brusciaglioni had developed a device called a “resolvimeter” which, using a Young’s interferometer, allowed the production of fringes in monochromatic light of varying width, with which to illuminate the sensitive emulsions he wanted to measure the resolving power. However, the use of emulsions for photographic purposes is essentially in white light. This is why, in order to extend Brusciaglioni’s studies, Beatrice Crinò resorted to a simple optical assembly using a Ronchi ruling illuminated by an optic diaphragm in its central part. In the interferogram, in the part coupled with the diaphragm area, only the interference between -1 and +1 is observed, i.e.: the sum of two plane waves, whose intensity distribution (fringes) is governed only by position and is practically independent of the wavelength. With this device, Beatrice Crinò was able to study the resolving power of certain photographic emulsions as a function of wavelength in both white and monochromatic light. She found that the emulsions had the highest resolving power in white light obtained in violet monochromatic light. The result is easily explained by the fact that the emulsions used at the time were mainly sensitive to the violet part of the spectrum.

The Italian government joined the war in June 1940 and national industry was asked for a renewed production effort. In a letter to her sister, Beatrice reported that she had a successful meeting with the Naval Weapons Office at the Galileo workshops in Florence, where

dallo stesso Ronchi su Applied Optics¹³. In particolare Ronchi riconosce che si deve agli studi di Raffaello Brusaglioni¹⁴, Giulio Calamai¹⁵ e Beatrice Crinò la trattazione completa dell'aberrazione sferica rilevabile dalla forma delle frange prodotte dai reticoli.

Intorno al 1938 all'Istituto di ottica si sviluppò l'interesse per lo studio del potere risolvante delle emulsioni fotografiche per i motivi a cui abbiamo accennato. Brusaglioni aveva sviluppato un apparecchio, detto "risolvimetro", che, utilizzando un interferometro di Young, consentiva di produrre frange in luce monocromatica di larghezza variabile con cui illuminare le emulsioni sensibili di cui si voleva misurare il potere risolvante. Tuttavia l'impiego delle emulsioni per scopi fotografici è essenzialmente in luce bianca. Per questo motivo Beatrice Crinò, per estendere gli studi di Brusaglioni, ricorse ad un semplice montaggio ottico che utilizzava un reticolo Ronchi illuminato da un'ottica diaframmata nella sua parte centrale. Nell'interferogramma, nella parte coniugata con la zona diaframmata, si osserva solo l'interferenza tra gli ordini -1 e +1, ovvero la somma di due onde piane, la cui distribuzione di intensità (frange) è regolata solo dalla posizione ed è praticamente indipendente dalla lunghezza d'onda. Con questo dispositivo Beatrice Crinò ha potuto studiare il potere risolutivo di alcune emulsioni fotografiche in funzione della lunghezza d'onda sia in luce bianca, che in quella monocromatica, trovando che le emulsioni presentavano in luce bianca il potere risolutivo massimo ottenuto in luce monocromatica violetta. Il risultato è facilmente spiegabile essendo le emulsioni usate allora soprattutto sensibili alla parte violetta dello spettro.



Figura 5. Beatrice Crinò nel 1937 al tempo della sua seconda laurea in chimica.

Figure 5. Beatrice Crinò in 1937, at the time of her second degree in chemistry.



Figura 6. Il risolvimetro interferenziale progettato da Raffaello Bruscaaglioni. Lo strumento è ancora conservato, funzionante, all'Istituto Nazionale di Ottica. Foto P. Mazzinghi. Cortesia INO-CNR.

Figure 6. The interferential resolvimeter designed by Raffaello Bruscaaglioni. The instrument is still preserved, in working order, at the National Institute of Optics. Photo P. Mazzinghi. Courtesy INO-CNR.

she was commanded by the Ministry of National Education and was apparently assigned to the optical design offices for war supplies. She only stayed there until December of that year, when she asked, and was granted, a transfer to the Galileo plant in Milan. This work experience, however, soon came to an end. She resigned in February to marry Guglielmo Righini, to whom she had been engaged since the previous year, on 12 March 1941. The couple had two children, Alberto (b. 1942), who went on to become an astronomer, and Giovanna (1946-96), an astronomer and later an economist.

Guglielmo Righini, an astronomer at the Arcetri Observatory and its future director, did his active military service in Sardinia, but even after his discharge he stayed on the island, much to the chagrin of the then director Giorgio Abetti, in order to maintain his commitments as lecturer at the University of Cagliari, where he had taught Astronomy and Theoretical Physics since his military service. Consequently, Beatrice and Guglielmo moved to Sardinia until the end of the 1940-41 academic year. They then returned to Florence at the end of their lessons, first to a house near the Leonardo Da Vinci high school, then, when life in the city became difficult due to the war, to the house in the Arcetri district reserved for the First Astronomer. Unfortunately, the wartime hardships weakened Beatrice's health and forced her to spend a long time in hospital from 1946 to 1949. In March 1949, temporarily cured, she was able to return home and resume her attendance of the National Institute of Optics, also continuing her research in optics and chemistry, as she had been dismissed from teaching for health reasons. The results obtained are published in the papers of the "Giorgio Ronchi" foundation, in the most prestig-

Nel giugno 1940 il governo italiano entra in guerra e quindi all'industria nazionale viene chiesto un rinnovato sforzo produttivo. In una lettera alla sorella, Beatrice comunica di avere avuto un incontro positivo con l'ufficio Armi Navali presso le officine Galileo di Firenze, dove viene comandata dal Ministero dell'Educazione Nazionale e sembra che fosse stata assegnata agli uffici di progettazione ottica per le forniture belliche. Vi resta solo fino a dicembre di quell'anno, quando chiede, ed ottiene, di essere trasferita negli impianti Galileo di Milano, ma quell'esperienza lavorativa si conclude presto: si licenzia già a febbraio per sposarsi, il 12 marzo 1941, con Guglielmo Righini col quale era fidanzata dall'anno precedente. Dal matrimonio nasceranno Alberto (1942), astronomo, e Giovanna (1946-96), astronoma ed in seguito economista.

Guglielmo Righini, astronomo presso l'Osservatorio di Arcetri e suo futuro direttore, aveva svolto in Sardegna il servizio militare attivo, ma anche dopo il congedo si era trattenuto nell'isola, con grande disappunto dell'allora direttore Giorgio Abetti, per mantenere i suoi impegni di docente incaricato all'Università di Cagliari, presso cui insegnava Astronomia e Fisica teorica già da militare. Per questo motivo Beatrice e Guglielmo si trasferiscono in Sardegna fino alla fine dell'anno accademico 1940-41. Tornano poi a Firenze alla fine delle lezioni, prima in una abitazione vicino al liceo Leonardo Da Vinci, poi, quando la vita in città diviene difficile per gli eventi bellici, nella casa posta nel comprensorio in Arcetri e riservata al Primo Astronomo. Purtroppo le privazioni legate al periodo bellico hanno indebolito l'organismo di Beatrice e la costringono a una lunga degenza ospedaliera dal 1946 al 1949. Nel marzo 1949, temporaneamente guarita, può tornare a casa e così ripren-

ious French astronomy journal, the *Annales d'Astrophysique*, and in the magazine *Il Nuovo Cimento*, between 1950 and 1953. These works are quite different in character from the first publications that were part of her collaboration with the Institute of Optics. The three publications in the *Annales d'Astrophysique* show a full command of the mathematics associated with physical optics and diffraction theory, and deal with the problem of determining the instrumental profile of high-resolution spectrographs, such as that of the Solar Tower of the Arcetri Observatory, which were used at the time to study the absorption profiles of the lines of the solar spectrum; in the work in the journal of the Italian Physics Society, she explores issues relating to Van Der Waals forces that are probably linked to topics dealt with in her studies of chemistry. So far, it has been possible to reconstruct a dozen of her publications, including those in French mentioned above, as listed below.

Unfortunately, as time went by, Beatrice Crinò's health deteriorated and she passed away, in her early 40s, on 22 April 1954 in Rome, while being admitted to a specialised clinic.

Thanks go to Fioranna Salvadori, Fabio Silari and Manila Soffici, of the Historic Archive of the University of Florence, for their helpfulness and competent cooperation.

dere a frequentare l'Istituto Nazionale di Ottica, proseguendo anche le sue ricerche di ottica e di chimica, poiché era stata congedata dall'insegnamento per motivi di salute. I risultati ottenuti sono pubblicati sugli atti della fondazione "Giorgio Ronchi", sulla più prestigiosa rivista francese di astronomia, gli *Annales d'Astrophysique*, e sulla rivista *Il Nuovo Cimento*, tra il 1950 e il 1953. Questi lavori hanno un carattere ben diverso dalle prime pubblicazioni fatte nell'ambito della sua collaborazione con l'Istituto di Ottica. Le tre pubblicazioni sugli *Annales d'Astrophysique* mostrano una piena padronanza della matematica connessa con l'ottica fisica e con la teoria della diffrazione, e riguardano il problema della determinazione del profilo strumentale degli spettrografi ad alta risoluzione, come quello della Torre Solare dell'Osservatorio di Arcetri, che si utilizzavano a quel tempo per studiare i profili di assorbimento delle righe dello spettro solare; nel lavoro sul giornale della Società Italiana di Fisica approfondisce questioni relative alle forze di Van Der Waals verosimilmente legate ad argomenti trattati nei suoi studi di chimica. Fino ad adesso è stato possibile ricostruire una dozzina di sue pubblicazioni, comprese quelle in francese ricordate sopra, e la cui lista è riportata più sotto.

Sfortunatamente, col tempo, la salute di Beatrice Crinò peggiora e lei viene a mancare, poco più che quarantenne, il 22 aprile 1954 a Roma, durante il ricovero in una clinica specializzata.

Si ringraziano Fioranna Salvadori, Fabio Silari e Manila Soffici, dell'Archivio Storico dell'Università di Firenze, per la disponibilità e per la competente collaborazione.

Notes

¹ See, among the other documents: *Archivio Storico dell'Università degli Studi di Firenze* (ASUF), 1931, filza 598, file 1.

² Who, in academic year 1924-25 was enrolled in the second year of the Physics and Mathematics degree course.

³ See Wikipedia, *ad vocem*: Sebastiano Crinò. (url consulted on 18-10-2021)

⁴ Student file kept at the ASUF, filza 557, Inserto 15223, from which the subsequent information on the thesis and this curriculum of exams are also taken.

⁵ For a review of these physicists and of Florentine physics, also in the following decades, see R. Casalbuni et al., *Lo spirito di Arcetri*, Firenze University Press, 2021.

⁶ A clear picture of "Arcetrine" physics and its protagonists also emerges from the words of Bruno Rossi in: A. Bonetti, M. Mazzoni, *L'Università degli Studi di Firenze nel centenario della nascita di Giuseppe Occhialini*, Firenze University Press, 2007, p. 79 et seq. Rossi remembers, among other collaborators, also Beatrice Crinò.

⁷ Private correspondence, Alberto Righini Archive, from which the documents mentioned later on also originate.

⁸ Unexpectedly, the presence of women on the Physics Degree Course was not marginal. In the first decade of Physics and Mathematics degrees (a. y. 1928-29 – a. y. 1937-38) there were 40 graduates: 18 of whom, almost half, were women (Florence University Yearbooks, ASUF).

Note

¹ Si veda, tra gli altri documenti: *Archivio Storico dell'Università degli Studi di Firenze* (ASUF), anno 1931, filza 598, fasc. 1.

² Che nell'a. a. 1924-25 risulta iscritto al II anno del corso di laurea in Fisica e Matematica.

³ Vedi Wikipedia, ad vocem: Sebastiano Crinò. (url consultata il 18-10-2021)

⁴ Fascicolo *studente* conservato presso l'ASUF, Filza 557, Inserto 15223, dal quale sono tratte anche le successive informazioni sulla tesi e su questo curriculum degli esami.

⁵ Per una rassegna di questi fisici e della fisica fiorentina, anche dei decenni seguenti, si veda R. Casalbuoni et al., *Lo spirito di Arcetri*, Firenze University Press, 2021.

⁶ Un nitido affresco della fisica 'arcetrina' e dei suoi protagonisti emerge anche dalle parole di Bruno Rossi in: A. Bonetti, M. Mazzoni, *L'Università degli Studi di Firenze nel centenario della nascita di Giuseppe Occhialini*, Firenze University Press, 2007, p. 79 e seguenti. Rossi ricorda, tra gli altri collaboratori, anche Beatrice Crinò.

⁷ Corrispondenza privata, Archivio Alberto Righini, dal quale provengono anche i carteggi citati più avanti.

⁸ Inaspettatamente, la presenza femminile al Corso di Laurea in Fisica non fu marginale. Nel primo decennio di lauree in Fisica e in Fisica e Matematica (a. a. 1928-29 – a. a. 1937-38) si contano 40 laureati: di questi, ben 18, ossia quasi la metà, sono donne (Annuari Università di Firenze, ASUF).

⁹ In effetti Emo Capodilista risulta Assistente incaricato a Fisica dall'anno accademico 1932-33 a quello 1934-35.

¹⁰ La legge 1264 del giugno 1927 obbligava chi voleva esercitare la professione di optometrista al possesso di una «licenza di abilitazione», rilasciata da apposite scuole specializzate. L'Istituto di Ronchi era praticamente l'unica scuola del genere in Italia, o almeno una delle pochissime.

⁹ In fact, Emo Capodilista was appointed to the post of Physics Assistant from academic year 1932-33 to 1934-35.

¹⁰ Law 1264 of June 1927 obliged anyone wishing to pursue the profession of optometrist to possess a "licence of qualification", issued by a special school. The Ronchi Institute was practically the only school of its kind in Italy, or at least one of very few.

¹¹ It had been established in 1923, and was one of the first scientific high schools in Italy.

¹² Student file kept at the ASUF, filza 618, Insert 16730.

¹³ Ronchi, V.: *Applied Optics* vol. 3, N. 4, pages 437-451.

¹⁴ Enrolled in Physics and Mathematics in academic year 1924-25 after his classical studies, he took leave at the end of the two-year period to transfer to the R. Politecnico di Torino (ASUF, Register of Students' Careers, VI, p. 189).

¹⁵ After graduating from Classical High School, in academic year 1924-25 he enrolled in the degree course in Mathematics at the University of Florence, but was allowed to attend the final year at the Royal School of Engineering in Pisa (ASUF, Register of Students' Careers, VII, p. 14). He graduated in Florence in December 1929.

Publications

1) Rossi, B., Crinò, B.: *Le anomalie di assorbimento della radiazione penetrante*, Rendiconti della R. Accademia dei Lincei Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali Vol. XV,

¹¹ Era stato istituito nel 1923, e fu uno dei primi licei scientifici d'Italia.

¹² Fascicolo *studente* conservato presso l'ASUF, Filza 618, Insetto 16730.

¹³ Ronchi, V.: *Applied Optics* vol. 3, N. 4, pagg. 437-451.

¹⁴ Iscritto a Fisica e Matematica nell'a. a. 1924-25 dopo gli studi classici, alla fine del biennio si congeda per trasferirsi al R. Politecnico di Torino (ASUF, Registro delle carriere degli studenti, VI, p. 189).

¹⁵ Conseguita la Maturità Classica, nell'a.a. 1924-25 si iscrive al Corso di laurea in Matematica dell'Ateneo fiorentino, ma ottiene di frequentare l'ultimo anno presso la R. Scuola di Ingegneria di Pisa (ASUF, Registro delle carriere degli studenti, VII, p. 14). Infine si laurea a Firenze nel dicembre 1929.

Pubblicazioni

- 1) Rossi, B., Crinò, B.: *Le anomalie di assorbimento della radiazione penetrante*, Rendiconti della R. Accademia dei Lincei Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali Vol. XV, serie 6, 1 sem. fasc. 9 - Roma, Maggio 1932 - X
- 2) Crinò, B.: *Sulla misura dell'aberrazione sferica, coma e astigmatismo mediante frange d'ombra erta-assiali ottenute con reticoli rettilinei*, Bollettino sull'associazione Ottica Italiana Dicembre 1933 - XII
- 3) Crinò, B.: *Limiti teorici alla realizzazione della cinematografia stereoscopica*, "Ottica", Rivista dell'Associazione Ottica Italiana n. 3-4, Luglio-Ottobre 1936 - XIV
- 4) Crinò, B.: *Sul potere risolutivo delle emulsioni sensibili in luce bianca*, "Ottica",

serie 6, 1 sem. fasc. 9 - Rome, May 1932 - X

- 2) Crinò, B.: *Sulla misura dell'aberrazione sferica, coma e astigmatismo mediante frange d'ombra erta-assiali ottenute con reticoli rettilinei*, Bollettino sull'associazione Ottica Italiana December 1933 - XII
- 3) Crinò, B.: *Limiti teorici alla realizzazione della cinematografia stereoscopica*, "Ottica", Rivista dell'Associazione Ottica Italiana n. 3-4, July-October 1936 - XIV
- 4) Crinò, B.: *Sul potere risolutivo delle emulsioni sensibili in luce bianca*, "Ottica", Rivista dell'Associazione Ottica Italiana n. 4, October 1938 - XVII
- 5) Crinò, B.: *Nuovi Risultati nello studio analitico delle frange d'ombra ottenute per interferenza di onde aberranti*, "Ottica", Rivista dell'Associazione Ottica Italiana n. 2, April 1939 - XVII
- 6) Crinò, B.: *Un'equazione dei diagrammi di Potere Risolutivo delle emulsioni fotografiche*, "Ottica", Rivista dell'Associazione Ottica Italiana n. 2, April 1939 - XVII
- 7) Crinò, B.: *Il Mesotrone*, Atti Società Italiana Mathesis, 1940 - XVIII, n. 1
- 8) Righini Crinò, B.: *Sulle forze molecolari*, "Il Nuovo Cimento", Serie nona, Vol III N. 6, December 1946
- 9) Righini Crinò, B.: *L'influence de la largeur de la fente du spectrographe sur la répartition d'énergie du Spectre continu*, Ann. Astrophys. Tome 14, Fascicule 1, Janvier - Mars 1951
- 10) Righini Crinò, B.: *L'influence de la largeur de la fente du spectrographe sur la répartition d'énergie du Spectre continu (II)*, Ann. Astrophys. Tome 14, Fascicule 2 - Mai - Juin 1951
- 11) Righini Crinò, B.: *L'influenza dei fenomeni di diffrazione della fenditura dello spettrografo*

- Rivista dell'Associazione Ottica Italiana n. 4, Ottobre 1938 - XVII
- 5) Crinò, B.: *Nuovi Risultati nello studio analitico delle frange d'ombra ottenute per interferenza di onde aberranti*, "Ottica", Rivista dell'Associazione Ottica Italiana n. 2, Aprile 1939 - XVII
 - 6) Crinò, B.: *Un'equazione dei diagrammi di Potere Risolutivo delle emulsioni fotografiche*, "Ottica", Rivista dell'Associazione Ottica Italiana n. 2, Aprile 1939 - XVII
 - 7) Crinò, B.: *Il Mesotrone*, Atti Società Italiana Mathesis, anno 1940 - XVIII, n. 1
 - 8) Righini Crinò, B.: *Sulle forze molecolari*, "Il Nuovo Cimento", Serie nona, Vol III N. 6, Dicembre 1946
 - 9) Righini Crinò, B.: *L'Influence de la largeur de la fente du spectrographe sur la répartition d'énergie du Spectre continu*, Ann. Astrophys. Tome 14, Fascicule 1, Janvier - Mars 1951
 - 10) Righini Crinò, B.: *L'Influence de la largeur de la fente du spectrographe sur la répartition d'énergie du Spectre continu (II)*, Ann. Astrophys. Tome 14, Fascicule 2 - Mai - Juin 1951
 - 11) Righini Crinò, B.: *L'influenza dei fenomeni di diffrazione della fenditura dello spettrografo sulla intensità delle righe spettrali*, Atti della Fondazione G. Ronchi, Anno VII - N. 4 - Luglio Agosto 1952
 - 12) Righini Crinò, B.: *Détermination du pouvoir réservant d'un spectrographe au moyen de raies d'absorption et de raies d'émission*, Annales d'Astrophysique, Vol 16, Gennaio 1953

sulla intensità delle righe spettrali, Atti della Fondazione G. Ronchi, Year VII - N. 4 - July August 1952

- 12) Righini Crinò, B.: *Détermination du pouvoir réservant d'un spectrographe au moyen de raies d'absorption et de raies d'émission*, Annales d'Astrophysique, Vol 16, January 1953

Massimo Mazzoni, astronomer, was a researcher at the Department of Physics and Astronomy at the University of Florence. He worked, from its construction, on the European interferometric antenna Ego Virgo - INFN for the detection of gravitational waves, and also directed the XUV spectroscopy laboratory at the Arcetri Astrophysical Observatory for the measurement of stellar parameters. He maintains an interest in the history of Italian Physics and Astronomy of the 19th and 20th centuries.

Alberto Righini, astronomer in the Astronomical Observatories, then assistant professor and associate professor of astronomical subjects at the Department of Physics and Astrophysics of the University of Florence. He dealt with the problems associated with the high spatial resolution observation of the Sun and studied the observational evidence of the modulation of energy transport in the different physical conditions of the solar atmosphere.

He has collaborated extensively on university education programmes for the school system and has studied the scientific and political life of Galileo Galilei. He has written a book on this subject and held several conferences in Italy and abroad.

Massimo Mazzoni, astronomo, è stato ricercatore al Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze. Ha collaborato fin dalla sua costruzione all'antenna interferometrica europea Ego Virgo – Infn per la rivelazione delle onde gravitazionali, ed ha anche diretto il laboratorio di spettroscopia XUV dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri per la misura di parametri stellari. Si interessa alla storia della Fisica e dell'Astronomia italiane dei secoli XIX e XX.

Alberto Righini, astronomo nei ruoli degli Osservatori Astronomici, poi assistente Universitario e Professore Associato di materie astronomiche presso il Dipartimento di Fisica ed Astrofisica dell'Università di Firenze. Si è occupato dei problemi connessi con l'osservazione ad alta risoluzione spaziale del Sole e ha studiato le evidenze osservative della modulazione del trasporto dell'energia nelle diverse condizioni fisiche dell'atmosfera solare.

Ha collaborato ampiamente a programmi universitari di didattica verso il sistema scolastico e si è interessato allo studio della vicenda scientifica e politica di Galileo Galilei. Su questo argomento ha scritto un libro e tenuto diverse conferenze in Italia e all'estero.

Piero Mazzinghi, laureato in Fisica nel 1976. Dal 1977 è stato presso il CNR, Istituto di Elettronica Quantistica. Dal 1998 è stato con l'Istituto Nazionale di Ottica, come Dirigente di Ricerca e responsabile del gruppo "Ottica Aerospaziale ed Ambientale". Dal 2007 al 2015 è stato Addetto Scientifico in Svezia, con incarico per Norvegia ed Islanda.

Piero Mazzinghi graduated in Physics in 1976. A researcher at the CNR, Institute of Quantum Electronics from 1977, from 1998, he was with the National Institute of Optics, as Research Director and head of the "Aerospace and Environmental Optics" group. From 2007 to 2015, he was Scientific Attaché in Sweden, with assignments for Norway and Iceland.